

1. 研究課題・実施機関・研究開発期間・研究開発予算

- ◆課題名 : 低消費電力高速光スイッチング技術の研究開発
- ◆副題 : 高性能有機EOポリマーを用いた高速低電力の実用化光デバイスの開発
- ◆実施機関 : 住友大阪セメント株式会社(幹事者)、日産化学工業株式会社、国立大学法人九州大学
- ◆研究開発期間 : 平成23年度から平成27年度(5年間)
- ◆研究開発予算 : 総額353百万円(平成27年度 62百万円)

2. 研究開発の目標

- ・実用的な有機EOポリマー材料開発から高速光スイッチングデバイス開発までの一連の開発を行う。
- 平成27年度までにスイッチング速度100ps以下、駆動電圧2V以下の高速低消費電力の光スイッチングを実現する。

3. 研究開発の成果



研究成果

課題1 高性能EOポリマーの開発

- ・電気光学定数 100-150pm/VレベルのサイドチェーンEOポリマーの合成スケールアップ技術を確立。ウエハサイズでのデバイス作製を実現。
- ・EOポリマーの耐熱性向上(ガラス転移点向上 T_g 170°C)、および、高純度化技術を確立。電気光学特性の熱劣化抑制(85°C/2000時間)に成功。

課題2 高精度EOポリマー光導波路の開発

- ・EOポリマーを導波路とした逆リッジ型光導波路構造で半波長電圧 $V_{\pi} < 2V$ (電気光学定数103pm/V)を得ることに成功。
- ・120-140 pm/Vレベルの変調効率が得られる新規構造のデバイス構造を考案【受託3者で特許出願】。

課題3 デバイス設計・開発技術

- ・サイドチェーンEOポリマーによる高速光デバイスのプロトタイプを作製。2V駆動で40psのスイッチング動作を達成。
- ・ゼロチャープスイッチングが実現可能な完全な位相変調特性を確認。多値変調信号等のスイッチングに適することを実証。
- ・NICT光ネットワーク研にて、100GHz駆動、50GBaud評価などEOポリマー最大の特長である超高速動作を確認。

3. 研究開発の成果

課題1 高性能EOポリマーの開発

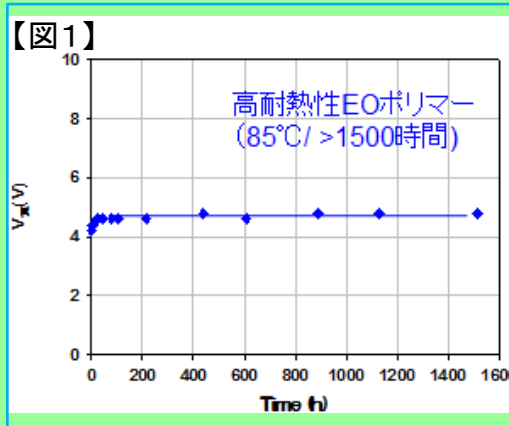
●高性能EOポリマーの大規模合成技術を確立

電気光学定数 $r_{33}=100-150\text{pm/V}$ の特性を有するサイドチェーンEOポリマーを10gスケールで合成する技術を確立。

4インチウエハ約30枚相当の材料を1バッチで合成することが可能となり、試作毎の特性偏差抑制することが可能になった。

● $r_{33}=100\text{pm/V}$ 、高 $T_g(170^\circ\text{C})$ のEOポリマーを合成、熱耐久性を大幅に向上

有機材料であるEOポリマーは、熱に対する安定性確保が重要な課題である。本研究では、サイドチェーンEOポリマーの主鎖構造に改良を加え、高い電気光学定数($r_{33}=100\text{pm/V}$)と高ガラス転移温度($T_g=170^\circ\text{C}$)を併せもつ、高耐熱性EOポリマーを開発。85°C長時間保持後の電気光学特性の熱劣化を5%に抑制することに成功した。【図1】



課題2 高精度EOポリマー光導波路の開発

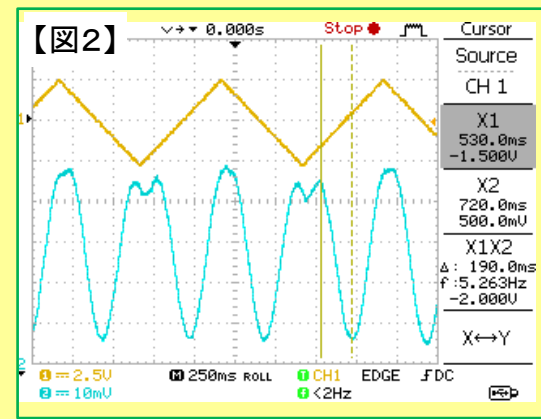
●光導波路部材の開発と電気光学特性の最適化により、

$V_\pi < 2.0\text{V}$ 以下のEOポリマー光導波路を実現

デバイスとしての高い電気光学特性発現には、光導波路形態で、EO色素配向(：ポーリング)の効率を向上させるための、導波路構成や材料の組合せの最適化が重要となる。

本研究では、EOポリマーをコアとした導波路構造で各種クラッド材料による材料最適化を検討し、半波長電圧 $V_\pi < 2.0\text{V}$ の光導波路を実現した。【図2】

また、EOポリマーをクラッドに用いる新規デバイス構造を考案。実効的に120-140pm/Vの高い変調効率を確認した。



課題3 デバイス設計・開発技術の開発

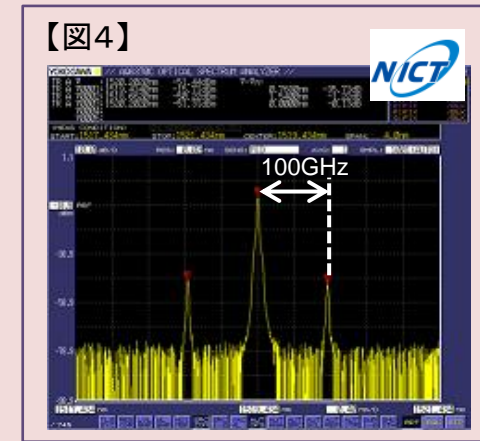
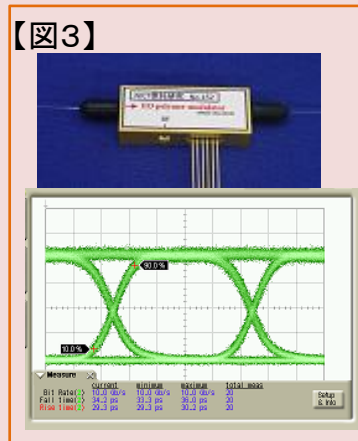
●EOポリマーを用いた高周波光デバイス作製技術を開発

試作デバイスで高速動作性能を実証

課題1, 2で開発したEOポリマー光導波路、高周波対応の進行波電極を積層した各種高周波光デバイスの作製技術を確立。試作デバイスの特性検証により、EOポリマーデバイスの高い性能を実証した。

モジュール実装したマツハ・ツェンダー干渉計型(MZI)デバイスでは、2V駆動で10Gbps変調 (rise-time, fall-time <50ps) など高速スイッチング動作を実証した。【図3】

NICT光ネットワーク研に提供した位相変調器デバイスでは、100GHz位相変調応答【図4】や50Gbaud変調など、超高速動作を確認。



4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース 報道	展示会	標準化提案
低消費電力高速光スイッチング技術の研究開発	13 (1)	2 (1)	13 (1)	86 (17)	0 (0)	4 (1)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) 大学・材料メーカー・デバイスメーカーが連携した実施体制により、有機EOポリマーデバイスの開発を推進

大学、材料メーカーならびにデバイスメーカーの効果的な連携により、国内で開発されたEOポリマーとしては初めて、高周波デバイスとしての動作を実証。九州大学/NICTナノICT研究室で開発された有機EO色素の高いポテンシャルを示すことに成功した。

(2) 国内外の学会・研究会にて研究成果をアピールし、有機EOポリマーデバイス技術の周知、研究活性化に貢献

九州大学 横山士吉教授の招待講演18件を初めとして、84件に及ぶ研究発表を、国内外の様々な学会・研究会で実施。有機EOポリマーデバイス技術の周知に努め、当分野の研究活性化に貢献した。

(3) 全18回に及ぶ連携ミーティングを開催。NICT自主研究とも緊密に連携し、活発な議論を展開

定期的に連携ミーティング(全18回)を開催。NICTからもナノICT研究室、光通信基盤技術研究室、委託研究推進室が参加。各実施機関の研究データや研究計画について活発に議論を展開した。また、各課題間共同で試験を進めるなど、会議の場以外でも緊密な連携で研究を推進した。

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

- ・次世代通信デバイスや光計測用途でサンプル供給したマーケティングで市場規模を見極めながら、本委託研究の成果である低消費電力・高速光デバイスでの製品化を検討する。
- ・製品化検討における試作サンプルを情報通信研究機構を初めとした研究者ユーザーに提供、その評価結果を適宜発表することで、技術の認知度と信頼度を高めるとともに、他技術との組み合わせも検討し、革新的技術への発展を目指す。
- ・本委託研究成果については、今後も引き続き、国内外の学会や研究会で発表し、EOポリマー研究の活性化に繋げる。